PRINCIPIOS BASICOS

1.4 ESTRUCTURA DEL AVION.

En los capítulos anteriores se han descrito algunos aspectos del mundo en que se mueve el avión (la atmósfera), las leyes que explican el vuelo, las fuerzas que actúan sobre un avión en vuelo, etc. En este capítulo se especifican de una forma general cuales son los componentes estructurales de un avión y su nomenclatura, poniendo especial énfasis en su elemento distintivo: las alas.

1.4.1 Generalidades.

Fuselaje. Del francés "fuselé" que significa "ahusado", se denomina fuselaje al cuerpo principal de la estructura del avión, cuya función principal es la de dar cabida a la tripulación, a los pasajeros y a la carga, además de servir de soporte principal al resto de los componentes.
El diseño del fuselaje además de atender a estas funciones, debe proporcionar un rendimiento aceptable al propósito a que se destine el avión. Los fuselajes que ofrecen una menor resistencia aerodinámica son los de sección circular, elíptica u oval, y de forma alargada y ahusada.

Alas. Son el elemento primordial de cualquier aeroplano. En ellas es donde se originan las fuerzas que hacen posible el vuelo. En su diseño se tienen en cuenta numerosos aspectos: peso máximo a soportar, resistencias generadas, comportamiento en la pérdida, etc.. o sea, todos aquellos factores que proporcionen el rendimiento óptimo para compaginar la mejor velocidad con el mayor alcance y el menor consumo de combustible posibles.

Superficies de mando y control. Son las superficies movibles situadas en las alas y en los empenajes de cola, las cuales respondiendo a los movimientos de los mandos existentes en la cabina provocan el movimiento del avión sobre cualquiera de sus ejes (transversal, longitudinal y vertical). También entran en este grupo otras superficies secundarias, cuya función es la de proporcionar mejoras adicionales relacionadas generalmente con la sustentación (flaps, slats, aerofrenos, etc...).

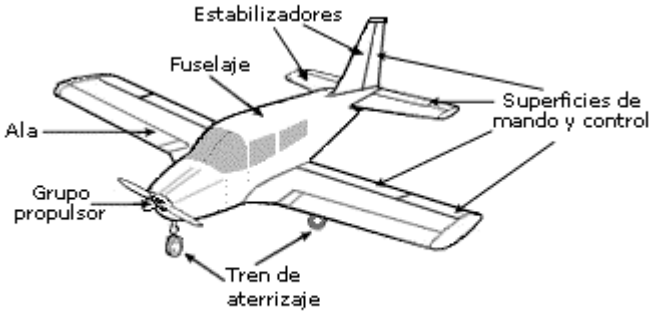

Fig.1.4.1 - Estructura genérica del avión.

Sistema estabilizador. Está compuesto en general por un estabilizador vertical y otro horizontal. Como sus propios nombres indican, su misión es la de contribuir a la estabilidad del avión sobre sus ejes vertical y horizontal.

Tren de aterrizaje. Tiene como misión amortiguar el impacto del aterrizaje y permitir la rodadura y movimiento del avión en tierra. Puede ser fijo o retráctil, y de triciclo (dos ruedas principales y una de morro) o patín de cola (dos ruedas principales y un patín o rueda en la cola). Hay trenes adaptados a la nieve (con patines) y al agua (con flotadores).

Grupo motopropulsor. Encargado de proporcionar la potencia necesaria para contrarrestar las resistencias del aparato, tanto en tierra como en vuelo, impulsar a las alas y que estas produzcan sustentación, y por último para aportar la aceleración necesaria en cualquier momento.

Este grupo puede estar constituido por uno o más motores; motores que pueden ser de pistón, de reacción, turbopropulsores, etc. Dentro de este grupo se incluyen las hélices, que pueden tener distintos tamaños, formas y número de palas.

Sistemas auxiliares. Resto de sistemas destinados a ayudar al funcionamiento de los elementos anteriores o bien para proporcionar más confort o mejor gobierno de la aeronave. Podemos mencionar por ejemplo, el sistema hidráulico, el eléctrico, presurización, alimentación de combustible, etc.

1.4.2 Las alas.

Los pioneros de la aviación tratando de emular el vuelo de las aves, construyeron todo tipo de artefactos dotados de alas articuladas que generaban corrientes de aire. Solo cuando se construyeron máquinas con alas fijas que surcaban el aire en vez de generarlo, fue posible el vuelo de máquinas más pesadas que el aire. Aunque veremos que hay alas de todos los tipos y formas, todas obedecen a los mismos principios explicados con anterioridad.

Por ser la parte más importante de un aeroplano y por ello quizá la más estudiada, es posiblemente también la que más terminología emplee para distinguir las distintas partes de la misma. A continuación se detalla esta terminología (fig.1.4.2).

Perfil. Es la forma de la sección del ala, es decir lo que veríamos si cortáramos esta transversalmente "como en rodajas". Salvo en el caso de alas rectangulares en que todos los perfiles ("rodajas") son iguales, lo habitual es que los perfiles que componen un ala sean diferentes; se van haciendo más pequeños y estrechos hacia los extremos del ala.

Borde de ataque. Es el borde delantero del ala, o sea la línea que une la parte anterior de todos los perfiles que forman el ala; o dicho de otra forma: la parte del ala que primero toma contacto con el flujo de aire.

Borde de salida. Es el borde posterior del ala, es decir la línea que une la parte posterior de todos los perfiles del ala; o dicho de otra forma: la parte del ala por donde el flujo de aire perturbado por el ala retorna a la corriente libre.

Extrados. Parte superior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida.

Intrados. Parte inferior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida.

Espesor. Distancia máxima entre el extrados y el intrados.

Cuerda. Es la línea recta imaginaria trazada entre los bordes de ataque y de salida de cada perfil.

Cuerda media. Como los perfiles del ala no suelen ser iguales sino que van disminuyendo hacia los extremos, lo mismo sucede con la cuerda de cada uno. Por tanto al tener cada perfil una cuerda distinta, lo normal es hablar de cuerda media.

Línea del 25% de la cuerda. Línea imaginaria que se obtendría al unir todos los puntos situados a una distancia del 25% de la longitud de la cuerda de cada perfil, distancia medida comenzando por el borde de ataque.

Curvatura. Del ala desde el borde de ataque al de salida. Curvatura superior se refiere a la de la superficie superior (extrados); inferior a la de la superficie inferior (intrados), y curvatura media a la equidistante a ambas superficies. Aunque se puede dar en cifra absoluta, lo normal es que se exprese en % de la cuerda.

Superficie alar. Superficie total correspondiente a las alas.

Envergadura. Distancia entre los dos extremos de las alas. Por simple geometría, si multiplicamos la envergadura por la cuerda media debemos obtener la superficie alar.

Alargamiento. Cociente entre la envergadura y la cuerda media. Este dato nos dice la relación existente entre la longitud y la anchura del ala (Envergadura/Cuerda media). Por ejemplo; si este cociente fuera 1 estaríamos ante un ala cuadrada de igual longitud que anchura. Obviamente a medida que este valor se hace más elevado el ala es más larga y estrecha.
Este cociente afecta a la resistencia inducida de forma que: a mayor alargamiento menor resistencia inducida.
Las alas cortas y anchas son fáciles de construir y muy resistentes pero generan mucha resistencia; por el contrario las alas alargadas y estrechas generan poca resistencia pero son difíciles de construir y presentan problemas estructurales. Normalmente el alargamiento suele estar comprendido entre 5:1 y 10:1.

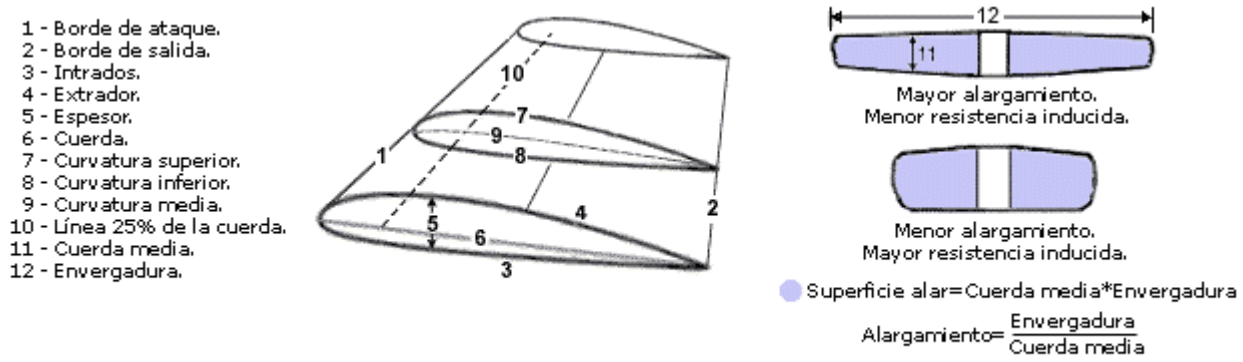

Fig.1.4.2 - Terminología general de los elementos del ala.

Flecha. Angulo que forman las alas (más concretamente la línea del 25% de la cuerda) respecto del eje transversal del avión. La flecha puede ser positiva (extremos de las alas orientados hacia atrás respecto a la raíz o encastre, que es lo habitual), neutra, o negativa (extremos adelantados). Para tener una idea más gráfica, pongamos nuestros brazos en cruz como si fueran unas alas; en esta posición tienen flecha nula, si los echamos hacia atrás tienen flecha positiva, y si los echamos hacia delante tienen flecha negativa.

Fig.1.4.3 - Flecha del ala.

Diedro. Visto el avión de frente, ángulo en forma de "V" que forman las alas con respecto al horizonte.
El ángulo diedro puede ser positivo, neutro, o negativo. Volviendo a nuestros brazos en cruz, en posición normal tenemos diedro neutro, si los subimos tienen diedro positivo y si los bajamos tienen diedro negativo.

Fig.1.4.4 - Angulos diedros.

Forma. Las alas pueden tener las formas más variadas: estrechándose hacia los extremos (tapered) o recta (straight), en la parte del borde de ataque (leading) o del borde de salida (trailing), o cualquier combinación de estas; en forma de delta, en flecha, etc. Si la velocidad es el factor principal, un ala "tapered" es más eficiente que una rectangular (straight) porque produce menos resistencia; pero un ala "tapered" tiene peores características en la pérdida salvo que tenga torsión (ángulo de incidencia decreciente hacia el borde del ala).

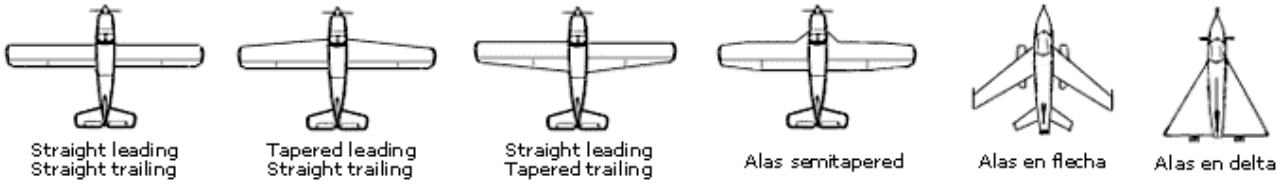

Fig.1.4.5 - Algunas formas de las alas.

Según la colocación de las alas en el fuselaje, los aviones son de plano alto, plano medio, o plano bajo. Asimismo, según el número de pares de alas, los aviones son monoplanos, biplanos, triplanos, etc.
También se distinguen alas de geometría fija (la gran mayoría), de geometría variable (que pueden variar su flecha), y alas de incidencia variable (que pueden variar su ángulo de incidencia). Estos dos últimos tipos son de aplicación casi exclusiva en aviones militares.
Las alas pueden estar fijadas al fuselaje mediante montantes y voladizos, con ayuda de cables, o estar fijadas sin montantes externos ni ayuda de cables (alas cantilever, también llamadas "ala en voladizo" o "ala en ménsula").

Fig.1.4.6 - Colocación y sujección al fuselaje.

Notas.

Como es natural, a medida que han ido pasando los años los diseños de las alas han ido sufriendo modificaciones, para adaptarse a nuevas necesidades. Las alas de aeroplanos antiguos tenían el extrados ligeramente curvado y el intrados prácticamente plano, con el máximo espesor en el primer tercio de la cuerda; con el tiempo, ambas superficies, intrados y extrados, experimentaron cambios en su curvatura en mayor o menor medida y el punto de máximo espesor se fué desplazando hacia atrás. Actualmente, los aviones suelen montar alas de flujo laminar. Los aviones supersónicos han sufrido cambios muchos más drásticos en los perfiles del ala, algunos incluso perdiendo la típica forma redondeada, y sus perfiles se han hecho simétricos.

En los diseños de las alas hay invertido mucho tiempo de investigación, de pruebas y errores, pero no existe el ala ideal. Las alas de cada aeroplano son producto de un compromiso de los diseñadores con las posibles combinaciones de factores (forma, longitud, colocación, etc.).

Además de adaptarse a las características, cualidades y uso para el que se diseña el aeroplano, su diseño las hará más o menos sensibles a las pérdidas, a la amortiguación de ráfagas de viento, a la estabilidad/inestabilidad, etc.

Sumario:

- Como en cualquier otro aparato, cada uno de los elementos estructurales de un avión está diseñado con la vista puesta en el conjunto, de forma que este cumpla con la mayor eficiencia posible el objetivo para el cual se construye.
- Los fuselajes de sección circular, elíptica u oval, y de forma alargada y ahusada ofrecen menor resistencia.
- Las alas son el elemento primordial del avión, pues en ellas es donde se genera la fuerza de sustentación.
- No existe el ala perfecta.
- El alargamiento del ala suele estar comprendido entre 5:1 y 10:1. A mayor alargamiento menor resistencia inducida.
- Hay una amplia panoplia de formas y disposiciones de las alas en un aeroplano.
- Las superficies de mando y control nos permiten dirigir la trayectoria de vuelo. Se mueven mediante los mandos correspondientes en la cabina.
- El sistema estabilizador está compuesto generalmente de un estabilizador horizontal y otro vertical.
- Además de posibilitar el movimiento y rodadura del avión, el tren de aterrizaje amortigua el contacto del avión con el suelo durante esta maniobra.
- El grupo motopropulsor esta constituido por uno o más motores, de hélice, de reacción, turbopropulsores, y en su caso las hélices, que tienen distintos tamaños, formas, y número de palas.
- Los sistemas de alimentación de combustible, eléctrico, presurización, hidráulico, etc. componen el grupo de sistemas funcionales.

© M.A.Muñoz Sep/2000